

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-312619
 (43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

H01F 41/04
 H05K 1/16
 H05K 3/42
 H05K 3/46

(21)Application number : 11-032151
 (22)Date of filing : 10.02.1999

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC
 (72)Inventor : FLEMING DEBRA A
 GRADER GIDEON S
 JOHNSON JR DAVID WILFRED
 LAMBRECHT JR VINCENT G
 THOMSON JR JOHN

(30)Priority

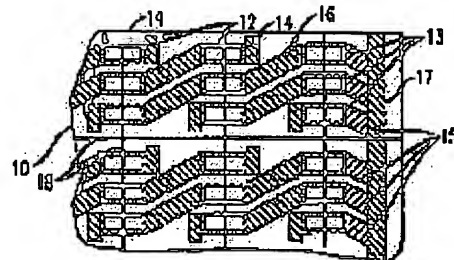
Priority number : 98 21500 Priority date : 10.02.1998 Priority country : US

(54) MANUFACTURING PROCESS OF DEVICE PROVIDED WITH METALLIZED MAGNETIC SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the manufacturing speed and yield of a device provided with a metallized magnetic substrate when the device is manufactured from one multilayered substrate, by making the device manufacturable by only performing one time of punching step against each green tape layer by using via holes which can be brought into contact with two facing windings.

SOLUTION: Via holes 12 and 13 are individually punched through each layer at the same locations. The first punched via holes 12 and 13 can be brought into contact with two facing windings. A substrate 10 of a incombustible magnetic material is formed by laminating the layers, in such a way that the via holes 12 and 13 of the layers are respectively aligned with each other. Then the top and bottom faces of the substrate 10 are coated with a second conductive material 16 without expanding the dimensions of the via holes 12 and 13 by not performing, for example, any additional punching step for forming via holes to be connected to the via holes 12 and 13, and conductive windings are formed by connecting the side-wall coatings of the adjacent via holes 12 and 13. Finally, the substrate 10 is burnt and electroplated with an additional metal, such as copper, etc., as a conductive material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.05.2000
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.03.2004
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

特開平11-312619

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int. Cl. 6 識別記号

H01F 41/04

H05K 1/16

3/42

3/46

620

F I

H01F 41/04

H05K 1/16

3/42

3/46

C

B

Z

H

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平11-32151

(22) 出願日 平成11年(1999)2月10日

(31) 優先権主張番号 09/021500

(32) 優先日 1998年2月10日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レーテッドアメリカ合衆国. 07974-0636 ニュージャ
ーシイ, マレイ ヒル, マウンテン アヴ
ェニュー 600

(72) 発明者 デブラ アン フレミング

アメリカ合衆国 07922 ニュージャーク
イ, パークレイ ハイツ, ウィンドソア
ウェイ 128

(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外11名)

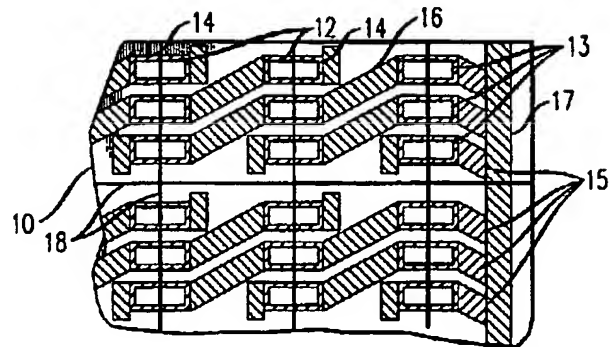
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属化磁性基板を備える装置の製造プロセス

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、インダクタ、変圧器および磁性基板などの、金属化磁性セラミック材料を含む装置を製造するための改良されたプロセスを提供する。

【解決手段】 本発明のプロセスで用いられるビアによって、1回のビアコーティングのステップのみで複数の非燃焼フェライト層から装置を製造することが可能になり、多くの打抜きステップが不要になる。導電性材料は、銀/パラジウム粒子、フェライト粒子、セルローズ・ペースまたは他の有機結合剤および溶剤を含む。インクがコーティングされた基板を燃焼し、これにピロリン酸銅槽によって銅をメッキした後で、メッキされた銅は約4 k p s iを超える引張り強さを示し、効果的には約5 k p s iを超える引張り強さを示す。ピロリン酸銅槽の使用により、細長いビア内での均一なメッキも可能になる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非燃焼磁性材料の1つ以上の層を提供するステップと、

該1つ以上の層の中に、側壁を有する内部ビアおよび外部ビアを形成するステップと、

2つ以上の層が提供される場合は、層のビアを整列させて非燃焼磁性材料の基板を形成するように、層をラミネートするステップと、

ビアの側壁の少なくとも一部を第一導電性材料でコーティングするステップと、

ビアの寸法を拡大せずに、基板または層の第一表面および第二表面の一部を第二導電性材料でコーティングし、第二導電性材料が第一導電性材料に接触して基板または層の一部の回りに巻線を形成し、内部ビアが装置の2つの相対する巻線に接するようにするステップとを備える装置製造プロセス。

【請求項2】 非燃焼磁性材料の2つ以上の層が提供される、請求項1記載のプロセス。

【請求項3】 非燃焼磁性材料がフェライトを備える、請求項1記載のプロセス。

【請求項4】 フェライトが $M_{1-x}Fe_xO_{1-x}$ と表され、ここでxおよびyは-0.1から+0.1までの範囲内であり、Mはマンガン、マグネシウム、ニッケル、亜鉛、鉄、銅、コバルト、バナジウム、カドミウムおよびクロムのうちの少なくとも1つである、請求項3記載のプロセス。

【請求項5】 導電性巻線を形成した後で基板または層を燃焼するステップと、導電性巻線の上に追加の金属を溶着するステップとをさらに備える、請求項1記載のプロセス。

【請求項6】 追加の金属が銅を備え、かつ電気メッキによって導電性巻線に溶着される、請求項5記載のプロセス。

【請求項7】 電気メッキがピロリン酸銅槽で行われる、請求項6記載のプロセス。

【請求項8】 非燃焼磁性材料の3つ以上の層が提供され、基板の1つまたは複数の内層がビアと交差する金属化を生じていない、請求項7記載のプロセス。

【請求項9】 第一導電性材料および第二導電性材料が銀/パラジウム粒子およびフェライト粒子を備える、請求項1記載のプロセス。

【請求項10】 第一導電性材料および第二導電性材料が、燃焼ステップの前の材料の重量に基づき、約1~3wt%の有機結合剤を備え、かつ銀/パラジウム粒子およびフェライト粒子の重量に基づき、約10~50wt%のフェライト粒子を備える、請求項9記載のプロセス。

【請求項11】 結合剤がエチルセルロースである請求項10記載のプロセス。

【請求項12】 装置が、インダクタ、変圧器または磁

性基板から選択される、請求項1記載のプロセス。

【請求項13】 非燃焼フェライト基板を提供するステップと、

導電性材料を基板にコーティングするステップであって、該導電性材料が銀/パラジウム粒子と、フェライト粒子と、セルロース・ベース結合剤と、溶剤とを備えるステップと、

基板を燃焼するステップと、

ピロリン酸銅槽を用いて銅を導電性材料に電気メッキするステップであって、電気メッキされた銅が約4kpsi以上の引張り強さを示すようにするステップと、を備える装置製造プロセス。

【請求項14】 溶剤がαテルピネオールおよびミネラルスピリットから選択される、請求項13記載のプロセス。

【請求項15】 フェライト粒子の平均直径が約0.2~2.0μmである、請求項13記載のプロセス。

【請求項16】 導電性材料が、銀/パラジウム粒子およびフェライト粒子の重量に基づき、約10~50wt%のフェライト粒子を備える、請求項13記載のプロセス。

【請求項17】 コーティング前の導電性材料が、燃焼前の導電性材料の重量に基づき、約1~3wt%の有機結合剤を備える、請求項16記載のプロセス。

【請求項18】 引張り強さが約5kpsi以上である請求項13記載のプロセス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばインダクタ、変圧器、電力適用用の基板などの金属化磁性基板から形成される装置の製造に関する。

【0002】

【従来技術および発明が解決しようとする課題】インダクタおよび変圧器などの磁性部品は、エネルギーの蓄積と変換、インピーダンス整合、フィルタリング、電磁妨害抑圧、変圧および変流、ならびに共鳴を必要とする回路で幅広く用いられている。これらの部品は、回路の他の部品と比較して、かさばって高価になる傾向がある。初期の製造方法は、典型的には、磁性コア要素、または絶縁体を含む磁性コア材料の回りに導電性ワイヤを巻くことを含んでいた。これらの初期の方法により、回路の部品は丈の高いプロファイルを有するものとなり、このようなプロファイルは、部品が使用される装置の小型化を制限した。サイズの制限は、特に電力変換装置などの電源回路で問題となった。

【0003】これらの初期の製造方法を改良しようとする近年の努力の結果、厚膜技術および多層グリーンテープ技術などが生まれた。厚膜技術では、一連の厚膜スクリーンプリント操作が、フェライトペーストおよび導体ペーストを使用して行われる。特に、個々のフェライト

層はペーストとして溶着されて基板を形成し、一方、導体ペーストは個々のフェライトペースト層の間に溶着されて基板の内部を通る導体パターンを形成する。また、導体ペーストは、結果として生じる多層フェライト基板の表面にプリントされてビアを接続して、うずまき巻線を形成する。焼成の際に、多数の装置を含む統合体が形成されるのが一般的である。

【0004】グリーンテープ技術は、フェライト粒子および有機結合剤からなるグリーンテープ層を使用して基板を形成する。典型的には、図2A～図2Cで示されているように、いくつかのグリーンテープ層20のそれぞれに多数の孔22が打抜かれる（多数の装置が同時に形成されるように）。図2Bで示されるように、次に孔22の側壁が導電性材料24でコーティングされ、続いてグリーンテープ層20が積み重ねかつ積層されて基板30を形成する。図2Cで示されるように、導電性材料32が、多層基板30の相対する表面にプリントされ、孔22の側壁にコーティングされた導電性材料24に接続されて、連続導電性巻線が形成される。基板30は焼成されて統合セラミックを形成し、典型的には、銅などの金属が巻線に電気メッキされて導電率を向上させる。しかし、このようなグリーンテープ技術には問題がある。例えば、多数の比較的小さなビアのために、電気メッキ槽からビア表面への大量移動の制限のために、ビアで均一の電気メッキ層を得ることが時に困難である。さらに、グリーンテープ技術では、導電性材料への電気メッキ層の粘着は、しばしば問題となる。

【0005】インダクタおよび変圧器などの、金属化磁性基板を組み込む装置を形成する改良された方法が望ましい。特に望ましいのは、1つの多層基板からの改善された製造速度および装置の歩留まりを提供する方法である。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、インダクタおよび変圧器などの、金属化磁性セラミック材料を含む装置を製造するための改良されたプロセスを提供する。図1A～図1Dで示される本発明の一実施例では、非燃焼磁性材料（典型的にはフェライトテープ）のいくつかの層が提供される。本発明のビア12および13は、各層の同じ場所に個々に打抜かれる。図1Cで示されるように、最初に打抜かれたビア12および13はそれぞれ、2つの相対する巻線に接することができる。（外縁沿いのビア13は、内ビア12に対して、本明細書では「外ビア」という。これらの外ビア13は、その場所が基板の縁に沿っているので、装置の2つの相対する巻線に接するようには意図されていない。しかし、図1Cおよび図1Dで示されているように、外ビア13が、装置の巻線16と、バス17への反対側の接点15とに接することが可能である。）

【0007】続いて、ビア12および13が整列される

ように層が積み重ねられ、層は積層されて非燃焼磁性材料の基板10を形成する。整列されたビア12および13の側壁は、導電性材料14、例えば銀およびパラジウムを含むインク（「インク」という用語は約5,000～300,000cpの粘度を示す）でコーティングされる。続いて、ビア12および13の寸法を拡大せずに、例えば、ビアにつなげる追加の打抜きステップなしに、基板10の上面および底面は第二導電性材料16でコーティングされて、隣接するビア12および13の側壁コーティングを接続して、導電巻線を形成する。続いて、図1Dで示されるように、その後の装置の分離を容易にするために基板10にけがき線を刻むことが可能である。基板は焼成され、銅などの追加の金属を導電性材料に電気メッキして、仕上装置を形成する。

【0008】本発明は、共同譲渡された米国特許出願第08/923591号（当方の参照番号Fleming-Johnson-Lambrecht-Law-Liptack-Roy-Thomson 13-49-8-31-3-20-36）

（本明細書では「'591出願」という）で説明される種類のグリーンテープ技術の改良を示しており、その開示は参照により本明細書にも組み込まれる。図3A～図3Dに反映されているように、'591出願は以下のステップを含む方法を開示している。

【0009】（a）個々のグリーンフェライトシート40にビア42を打抜くステップ。（b）各シート40のビア42の側壁を導電性材料44でコーティングするステップ。（c）各シート40においてビア42と交差する大きな穴46を打抜いて、ビア42の寸法を拡大するステップ。（d）整列したビア42を有するシート40を積層して基板50を形成するステップ。（e）基板50の表面を第二導電性材料48でコーティングしてビア42の側壁のコーティング44を接続し、巻線を形成するステップ。（他の方法として、ビアを打抜くステップと、穴を打抜くステップとを入れ換える。）続いて、基板が焼成され、銅などの金属が金属インクの上に電気メッキされる。基板50の内部へのアクセスを開くために穴46が必要であるが、これは小さく細いビア42の中に均一に電気メッキをすることが困難だからである。

【0010】実際には、ステップ（d）でシート40を積層する前に、内部シートの表面を導電性材料でコーティングする、すなわち、内部金属化をもたらして、露出したビアを外部電気メッキバスと接続することが必要である。この内部金属化は、電気メッキのために電流を配するために必要であり、これは図3Cで示されるように穴46が第一導電性材料44および第二導電性材料48に不連続性をもたらすからである。不幸にも、このような内部金属化をもたらすために必要な時間と費用（金属自体（普通PdおよびAgが用いられる）のコストを含む）は、一般的には不利である。また、内部金属化があることによって、基板の中の個々の装置の間により大きい空間が必要になり、よって1つの基板で生産できる装

置の数が減ってしまう。外部金属化と内部金属化との間の接続性を良好にすることは困難なので、内部金属化は、均一なメッキを提供するために必ずしも適切ではない。

【0011】上記のプロセスとは対照的に、本発明では2つの相対する巻線(図1Cを参照)に接することのできるビアを使用することによって、各グリーンテープ層に対して1回の打抜きステップを用いるだけで装置を製造することが可能になる。また、1回の打抜きステップにより、すべてのテープ層のビアを同時にコーティングするように、ビアの側壁をコーティングする前にすべての非燃焼層を積層することが可能になる。さらに、穴が打抜かれない、すなわちビアの寸法が拡大されないの

で、内部金属化の必要もない。従って本発明は、上記の方法よりも速かつ複雑でない態様での装置のグリーンテープ製造を提供する。

【0012】また本発明は、フェライト基板の表面およびビアの内壁をコーティングするための、改良された導電性材料の使用にも関する。導電性インクとして塗布される導電性材料は、銀/パラジウム粒子、フェライト粒子、有機ベース結合剤(効果的にはセルロース・ベース)、そして溶剤を含む。(本明細書上、銀/パラジウム粒子は、銀粒子およびパラジウム粒子の存在、または銀パラジウム合金粒子の存在を示す。)驚くことに、ピロリン酸銅槽を使用してこの改良された導電性材料に銅を電気メッキすると、メッキされた銅は約5 k p s iの引張り強さを効果的に示す。一方、従来の硫酸銅酸槽を使用すると、典型的には、引張り強さは約2 k p s i以下になる。(引張り強さは、燃焼導電性材料に電気メッキされた直径0.08インチ、厚さ125 μmの銅の点の強度を示し、強度は、エポキシで銅スタッドを点に付着させて、従来の方法で引張り強さを測定することによって測定される。)さらに、ピロリン酸銅槽を使用することは、多層ラミネートの側壁を均一に電気メッキする、すなわち細く深いビアを均一に電気メッキするのに効果的であることがわかった。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明のプロセスの一実施例が図1A~図1Dで示されている。磁性材料のいくつかのグリーンテープ層が提供される。1つの層を使用すること

も可能であるが、典型的には3つ以上の層が用いられる。磁性材料は、金属化可能な任意の磁性材料、例えば磁性セラミックスや、磁性粒子を加えられたポリマーなどから選択され、典型的には、約400~1000の透磁率と、約10⁴ ohm-cmを超える電気抵抗を有する。

【0014】グリーンテープは、有機結合剤と磁性材料の粒子を含む可撓性の材料を示す。典型的には、このテープは、テープの重量に基づき、約8~10wt%の結合剤を含み、残りはセラミック粉末からなる。効果的に

は、磁性材料は $M_{1-x}Fe_xO_z$ (ここではxおよびzは-0.1~+0.1の範囲内であり、Mは、典型的には、マンガン、マグネシウム、ニッケル、亜鉛、鉄、銅、コバルト、バナジウム、カドミウム、およびクロムのうちの少なくとも1つである)の形態のスピンelfライトである。効果的なフェライトとは、ニッケル亜鉛フェライトおよび特定のマンガン亜鉛フェライトなど、比較的高い抵抗、例えば約10⁴ ohm-cm以上を示すフェライトであり、軟質フェライトとしても知られている。(軟質フェライトなどの軟質磁性材料は、約10 Oe未満の飽和保磁力を有し、一般的には、外部磁界が存在しない場合に消磁される。)他の適切なフェライトには、ガーネット構造などのいわゆるマイクロ波フェライトや、Mがマンガンまたはマグネシウムであるいわゆる角形曲線を有するフェライトが含まれる。(マイクロ波フェライトは、0.5~50 GHzの範囲の周波数でマイクロ波サーキュレータなどの装置のために用いられる。角形曲線を有するフェライトは、中程度の飽和保磁力と中程度の残留磁気を有するヒステリシスループを示し、よって磁束密度を保持するとともに、中程度の磁界で消磁されることが可能である。)

【0015】図1Aで示されるように、ビア12および13は各グリーンテープ層のそれぞれ同じ場所に打抜かれ、続いてこれらの層は積み重ねられかつ積層されて多層基板10を形成する。ビア13のいくつかは、基板の外縁(図1Aで示される基板の左縁および右縁)に沿って配される。前述のように、外縁に沿ったこれらのビア13は、内ビア12に対して、本明細書では外ビアという。これらの外ビア13は、基板の縁に沿って配されるので、装置の2つの相対する巻線に接するようには意図されていない。しかし、典型的には、図1Cおよび図1Dに反映されているように、外ビア13は、装置の巻線16と、バス17への反対側の接点15との両方に接する。このバスは、電気メッキの間に必要な電流を配する。図では長方形のビアが示されているが、正方形、円形、楕円形などの多様な形のビアを形成することが可能である。縦横比(すなわち短軸に対する長軸の比)が約1~4のビアが有用であるということがわかっている。ビア12および13は、典型的には、グリーンテープ層を適切なパンチングプレスに置くことによって形成される。セラミック粉末および有機結合剤から形成されるグリーンテープの場合は、250~3000 p s iなどの比較的低い圧力で、約50~100℃で複数の層をプレスすることによってテープのいくつかの層を積層することが可能である。複数の層を適切に位置合せするために、典型的にはビア形成の間に位置合せ孔が各層に打抜かれ、続いて積層の前に層を位置合せするために位置合せロッドが上記孔を通して入れられる。

【0016】図1Bで示されるように、ビア12および13の側壁は、導電性インクなどの第一導電性材料14

でコーティングされる。(導電性材料は、典型的には、
 燃焼の後で 10^{-4} ohm-cm未満の抵抗を有する。) コーティングステップの効果的な結果として、連続した側壁が形成される。(燃焼後の導電性材料が電気メッキを施し得るものである限り、ピンホールなどのいくつかの不連続性は受容できる。) 有用な導電性インクには、銀および/またはパラジウム粒子、または銀パラジウム合金粒子(一般的には銀とパラジウムは銀70対パラジウム30の重量比で用いられる)を含むものが含まれる。典型的には、導電性インクは、インクがコーティングまたはスクリーンプリント可能であるように、有機結合剤中の粒子状態として金属を含む。ビア12および13の側壁をコーティングするために、第一導電性材料14は通常、真空吸引を用いて、あるいは選択可能な方法として基板10におけるビアパターンに一致するように切り抜かれたコーティングマスクを使用して、ビアを通して延伸される。他のコーティングまたは溶着の方法も可能である。

【0017】図1Cで示されるように、ビア12および13の内部側壁をコーティングした後で、基板10の上面と底面は、第一導電性材料14と同様の燃焼後特性を有する第二導電性材料16でコーティングされる。典型的には、巻線、回路ライン、表面取付パッドなどの望ましい金属化のパターンを形成するために、第二導電性材料16がスクリーンプリントされる。第二導電性材料16から形成されるパターンは、ビア12および13の側壁にコーティングされた材料14に接して、連続した導電巻線を形成する。図1Cに反映されているように、ビアの寸法を拡大する必要はない。例えば、最初に打抜かれたビア12は、2つの相対する巻線に接することができる。(「ビアの寸法を拡大しない」というのは、例えば追加の打抜きステップによる積極的な拡大が行われないことを意味する。燃焼の間の熱拡大などの他のプロセスステップによるビアの拡大が考慮される。) また、積層の前、および/またはビア側壁のコーティングの前に、導電性材料の表面コーティングを行うことが可能である。バス17もまた形成され、これと共にバス17から外ビア13に溶着された第一導電性材料14への接点15も形成される。

【0018】第二導電性材料16は、効果的にはビア12の内側壁をコーティングするために用いられる第一導電性材料14と同様の導電性インクである。基板10がフェライトから形成される場合は、第一導電性材料14および第二導電性材料16が、フェライト粒子および有機結合剤(効果的にはセルロース・ベース結合剤)を含む銀およびパラジウムを含むインクであることが効果的である(この導電性インクについては以下で詳細に説明される)。効果的には、このインクは、燃焼時の基板への付着を向上させるために基板と同じ種類のフェライトを含む。このような銀およびパラジウムを含むインクが

第二導電性材料16として用いられると、インクは典型的には $25 \sim 75 \mu\text{m}$ の湿厚さにスクリーンプリントされる。表面の金属化を形成した後で、図1Dに示されるように、グリーンテープ10にさいの目の線18を刻みつけて、物品を焼結した後での装置の分離を容易にすることが効果的である。また、さいの目の線を省略して、その代わりに焼結が完了した後で装置を切り離すことも可能である。

【0019】基板10に巻線が形成された後で、基板10は燃焼される。燃焼は第一導電性材料14および第二導電性材料16から溶剤と結合剤を駆逐して、金属粒子を基板10に付着させるとともに、燃焼は、基板10を重セラミックに焼結する。続いて、燃焼された導電性材料14および16に銅を一般的には約1~10ミルの厚さに電気メッキして、最終的な装置を形成する。バス17および外ビア13への接点15は、電気メッキの間に必要な電流を提供する。銅を導電性材料に溶着させるために従来の多様な電気メッキ槽を使用することが可能であり、このような槽は一般的にはMetal Finishing Guidebook(金属仕上ガイドブック)(Vol.94, No.1A, 1996年)で説明されている。他の導電性メッキ材料も可能である。無電解メッキも可能であるが、典型的には、速度がより遅く、望ましい厚さのメッキを適切に提供することができない。

【0020】上記の実施例で説明された第一導電性材料および第二導電性材料は、効果的には、銀/パラジウム粒子、フェライト粒子、有機結合剤、および溶剤を含む導電性インクであり、溶剤は主に結合剤を溶媒和する。フェライト粒子を使用することは、その後の導電性材料への電気メッキ溶着物の粘着を向上させ、かつ高価な銀およびパラジウム材料の必要とされる量を減らす上で効果的である。銀/パラジウム粒子は、典型的には、銀60~80対パラジウム40~20(典型的には銀70対パラジウム30)の重量比で用いられ、平均直径は約 $1 \mu\text{m}$ である。改良されたインクは、燃焼後材料においては(すなわちフェライトおよび導電性粒子の重量に基づいて)、効果的には約10~50wt%のフェライト粒子を含み、より効果的には約20~40wt%のフェライト粒子を含む。フェライト粒子の10wt%未満になると、典型的には、密着強さおよび費用の低下が望ましくないほど小さくなり、一方、フェライト粒子が50wt%を超えると、典型的には、電気抵抗が望ましくないほど高くなり、後の電気メッキを妨げる。

【0021】フェライト粒子の平均直径は典型的には約 $0.2 \sim 2.0 \mu\text{m}$ であり、効果的には約 $1.5 \mu\text{m}$ である。インクは典型的には、燃焼の前の重量に基づき、約1~3wt%の有機結合剤および約10~40wt%の溶剤を含む。結合剤および溶剤の量が少なくなると、インクの粘性は典型的には高くなりすぎて上記のプロセスでは使用することができなくなり、一方、量が多くな

ると、粘性は典型的には低くなりすぎる。有機結合剤は、グリーン構造に望ましいレオロジーおよび強度を与える。結合剤は効果的にはセルロース・ベースであり、より効果的にはエチルセルロースである。 α テルピネオールおよびミネラルスピリッツを含む多様な溶剤が有用である。

【0022】多様なプロセスによって、改良された導電性インクを製造することが可能である。このようなプロセスの一つでは、結合剤は最初の溶剤の中で、溶剤によって十分に濡れるまで溶解される。フェライトおよび導電性材料の粒子は別々に、第二溶剤（第一溶剤と同じでも異なってもよい）と混ぜられる。第二溶剤は、例えばエタノールであり、典型的には少量で、例えばオレイン酸または他の脂肪酸などの分散剤の1wt%未満である。粉末混合物が落ち着いた後で、溶剤の約50~70wt%が抽出される。適量の結合剤溶液が金属粉末に加えられ、金属インク中に望ましい量の結合剤を提供する。続いて典型的には、追加の溶剤が加えられ、諸要素が混ぜられて導電性インクを提供する。インクの粘性は、典型的には、溶剤および/または結合剤の量を変えることによって調整される。望ましい結果を得るために、制御サンプルを使用して諸要素の適切な量を決定することが可能である。通常、ビアの側壁をメッキする場合は粘性の低いインク（例えば5,000~50,000cP）が望ましいが、フェライト基板の表面にスクリーンプリントする場合は粘性の高いインク（例えば30,000~300,000cP）が有用である。

【0023】この改良された導電性インクを、ピロリン酸銅槽による銅電気メッキと組み合わせて使用することによって、メッキされた銅について望ましい引張り強さを得ることができることが発見された。特に、この方法でメッキされた銅は、効果的には約4kpsiを超える引張り強さを示し、より効果的には5kpsiを超える引張り強さを示す。（引張り強さは、下記の比較例1および実施例3で説明されているとおり測定された。）

【0024】ピロリン酸銅槽は一般的には4つの要素を含む。ピロリン酸銅は、銅の源でありかつ錯イオンである。ピロリン酸カリウムはさらに錯イオン、およびメッキに必要な量の遊離ピロリン酸塩を提供する。硝酸カリウムは、良好な陽極腐食を提供する。アンモニア（典型的には水酸化アンモニウムとして導入される）は、メッキされた溶着物の形態制御を提供する。典型的には、従来のpHを調整する化合物も用いられる。有用な市販されているpHを下げる化合物はATOTECH社から入手可能な「Compound 4A」であり、ピロリン酸も同様に適している。有用なpHを上げる化合物は水酸化カリウムである。選択可能なものとして、平らにならした光沢のある溶着物を提供するように添加物が含まれ、かかる添加物は商業上知られており市販されている。このような添加物の1つは、ATOTECH社から

入手可能な添加物PY61Hである。典型的には、レベラー（leveler）/光沢剤は、付着したアルコキシ基および/またはヒドロキシル基を有する有機バックボーン（organic backbones）を有する材料からなる。

【0025】多様なパラメータが、装置に銅をメッキするために、特にピロリン酸銅メッキ槽を使用して上記で説明した装置を形成するプロセスで有用であることがわかった。槽の温度は効果的には50~55℃である。50℃未満では、溶着物の質が下がり、55℃を超えると、望ましくないことにピロリン酸塩が正リン酸塩に急速に変化し始める。槽のpHは効果的には7.8~8.5であり、より効果的には8.0~8.5である。pHの値が7.8未満の場合は、望ましくないことにピロリン酸塩は正リン酸塩に急速に変化し始める。pHの値が8.5を超える場合は、溶着物の質が下がる。陽極は効果的には無酸素銅である。アンモニアは、効果的には槽溶液1Lにつき6~10mの範囲の量で存在する。アンモニアの濃度がより低い場合は、線の画成は典型的には貧弱となり、溶着物が導電性材料から基板上に広がる。アンモニアの濃度が高い場合は、溶着物は望ましくない内部応力を示す傾向がある。正リン酸塩の濃度は効果的には60g/L未満であり、この値を超えると正リン酸塩はメッキされた溶着物の質を低下させる。硝酸アンモニウムは効果的には8~12g/Lの濃度で存在し、その中で望ましいメッキ効率を得られる。ピロリン酸塩と銅の比率は効果的には7.7対8.5である。銅の濃度は効果的には19.0~25.0g/Lである。メッキは効果的には25~50ASF（アンペア/平方フィート）の電流密度で行われる。制御サンプルを使用して、望ましい結果をもたらす特定のパラメータを決定することが可能である。有用な市販のピロリン酸銅槽は、ATOTECH社が製造するUNICHRONE（登録商標）槽である。

【0026】本発明では、ピロリン酸銅電気メッキを使用することによって、深さ対幅の比率が大きい深くて細いビアでさえも、そのビア側壁に銅が適切に均一に設けられることがわかった。よって、前述の米国特許出願第08/923591号のように、適切な電気メッキを提供するために大きな穴を打抜く必要がない。また穴がない場合でも、電気メッキの間に電気接触を提供するために内部金属化の必要がない。内部金属化を排除すると、内部グリーンテープ層に金属化をプリントするステップを取り除くことによって、プロセスの複雑さと費用が低減する。内部金属化がないと、装置をより密に配することができるのでプロセスの歩留まりが向上し、内部金属化と外部金属化との間の連続性が悪いことによる故障が減る。本発明は以下の実施例によってさらに明らかになるが、以下の実施例は例示として意図されたものである。

【0027】実施例1

フェライト粒子を含む、銀およびパラジウムを含む導電

性インクの形成方法

結合剤溶液は、 α テルピネオールにエチルセルロースを溶解することによって形成され、セルロース対テルピネオールの重量比は1:10~1:12の間であった。混合物は、エチルセルロースが十分濡れるまで放置された。続いて、この混合物は3ロールミルに通されて、さらに溶液を混ぜて均一にした。

【0028】銀とパラジウムの粒子（重量比は70:30）およびフェライト粒子（平均直径が約1 μ mである金属粒子）は、金属粒子の全重量の約半分の量のエタノールと混ぜられ、続いて0.5wt%のオレイン酸が加えられた。（各種類の金属の量は望ましいフェライトの充填に基づいて決定された。）続いて、混合物に約5分間超音波をあてた。金属粒子の混合物を数時間安定させた後で、約60wt%の溶剤が抽出された。しかし、金属粉末は乾燥しないようにされた。

【0029】約1.8wt%のエチルセルロースを提供するために必要な結合剤溶液の量が、インク全体（金属、フェライト、結合剤、および溶剤）の重量に基づいて決定され、この決定された量が金属粉末に加えられた。混合物は手で混ぜられ、均一化のために遅いローラーミルにかけられた。エタノールを蒸発させて、望ましい粘性を得るために、混合物は3ロールミルにかけられた。必要な場合、粘性を調整するために、追加の α テルピネオールが加えられた。調合の結果、インクは、インク組成物全体の重量に基づき、74 \pm 2wt%の金属粉末および1.8 \pm 0.1wt%のエチルセルロースを含んだ。

【0030】実施例2

装置の形成

4ターン、3層の表面取付け可能なインダクタの配列は、以下の方法で用意された。3つの5インチ \times 5インチ \times 0.29インチのグリーン・ニッケル亜鉛フェライト（ほぼNi_{0.8}Zn_{0.2}Fe₂O₄）のテープ層が設けられた。各テープは、フェライト粉末と、約8~10wt%の有機結合剤とを含んでいた。0.30インチ \times 0.35インチの寸法を有するビアは、隣接する2つの装置が4つのビアを共有するように、個々に各テープ層に打抜かれた。位置合せ孔も各層に打抜かれて、後で層の積み重ねが可能であるようにした。平面導体パターン（インダクタの巻線および表面取付けパッドのため）、メッキバス相互接続、および装置の間のけがき線刻みのための参照マーク（後の分離を促進するために）が、第一テープ層の上面および第三テープ層の底面に提供される。平面導体パターンおよびバス相互接続は、実施例1に従って製造された銀およびパラジウムを含むインクから形成され、このインクは、35wt%のフェライト粒子と2wt%のエチルセルロースの結合剤を含み、望ましい粘性をもたらすために α テルピネオールが含まれた。

【0031】続いて、3つのテープ層が銅位置合せ取付

け具の上に積み重ねられ、約80~90 $^{\circ}$ Cの温度と約250~500psiの圧力で共に積層された。積層によって、3つの層の結合剤は軟化して溶融し、比較的強いモノリシック配列を形成する。次に、ビアの側壁が、表面の金属化のために用いられるのと同じ金属インクでコーティングされた。インクの粘性は、 α テルピネオールの添加による上記のプリントステップのために用いられた粘性よりも低くされた。側壁は真空によってビアを通してインクを延伸させることによりコーティングされ、側壁にコーティングを残した。焼結と電気メッキの後でのインダクタの個別化を促すために、インクが乾いた後で、配列にはその上面と底面にけがき線が刻まれた（図1Dに反映されているように）。

【0032】フェライトおよび金属要素を共焼結するために、配列は、同じ組成の焼結フェライト粉末をかけたフラットAlundum (R) セッター (flat Alundum (R) setter) の上に置かれる（基板がAlundum (登録商標) に粘着するのを防ぐため）。続いて、配列は約24時間にわたって室温から500 $^{\circ}$ Cに熱せられ、制御された状態でテープとインクの有機要素を気化させた。さらに、温度は約24時間にわたって約1100 $^{\circ}$ Cに上げられた。これには約1100 $^{\circ}$ Cでの4時間の処理と室温への冷却も含む。すべての加熱は空気が流れる環境で行われた（2.5L/分）。燃焼配列のメッキは、実施例3の槽と同様のピロリン酸銅槽で、0.005インチの厚さまで25ASFで行われた。

【0033】比較例1

硫酸銅酸槽でメッキされた銅を用いた引張り強さの測定一組の直径0.08インチの点が、実施例1のプロセスに従って製造された導電性インクを使用して、グリーンフェライトテープ上にパターンをつけられ、フェライト充填については以下で説明する。続いて、テープは空气中で約1100 $^{\circ}$ Cで4時間燃焼された。点の上に125 μ mの厚さに銅が電気メッキされた。電気メッキは、硫酸銅酸槽で25ASFおよび室温で行われた。この槽には、58.9g/LのCuSO₄、120.0mL/LのH₂SO₄、3.0mL/LのATOTECH Cupracid光沢剤、15mL/LのATOTECH Cupracid BL-CTベーシック・レベラー (Basic Leveler)、および0.14mL/LのHClが含まれる。メッキは、25ASFおよび室温で行われた。続いて、エポキシで銅スタッドを銅点に付着させて、引張り強さがセバスチャン(Sebastian)引張りテスト装置を使用して従来の方法で測定された。

【0034】このプロセスは、8つのサンプルに対して、インクの重量に基づき5wt%のフェライトを含むインクを使用して繰り返され、また8つのサンプルに対して、インクの重量に基づき25wt%のフェライトを含むインクを使用して繰り返された。5wt%のフェライトのインクの場合は、平均引張り強さは1.70k p

siであり、標準偏差は74.00%であった。2つの25wt%のフェライトのサンプルの場合は、平均引張り強さが1.26kpsiで標準偏差は52.70%のものと、平均引張り強さが1.68kpsiで標準偏差は32.30%であった。

【0035】実施例3

ピロリン酸塩槽でメッキされた銅を用いた引張り強さの測定

一組の0.08インチの点が、実施例1のプロセスに従って製造された導電性インクを使用し、燃焼インクの重量に基づき25wt%のフェライト充填で、グリーンフェライトテープ上にパターンをつけられた。続いて、テープは1115℃で4時間燃焼された。この点に125μmの厚さに銅がメッキされた。メッキは、以下の条件でピロリン酸銅槽の中で行われた。

【0036】槽：210mLのATOTECH C-10 (66.7g/L Cu; 499.5g/L P_2O_5)
1980mLのATOTECH C-11 (481.5g/L P_2O_5)

54mLの NH_4OH

初期のpHは10.10。ピロリン酸の添加によって8.15に調整され維持される。

【0037】メッキ条件：

温度：52℃。

5ASFで30分間。続いて25ASFで200分間。次にエポキシで銅スタッドを銅点に付着させて、引張り強さはセバチャン引張りテスト装置を使用して従来の方法で測定された。9個のサンプルがこの方法で用意された。9個のサンプルの平均引張り強さは、5.413±0.434kpsiであった。

【図面の簡単な説明】

【図1A】本発明の一実施例を示す。

【図1B】本発明の一実施例を示す。

【図1C】本発明の一実施例を示す。

【図1D】本発明の一実施例を示す。

【図2A】装置を形成するための従来の方法を示す。

【図2B】装置を形成するための従来の方法を示す。

【図2C】装置を形成するための従来の方法を示す。

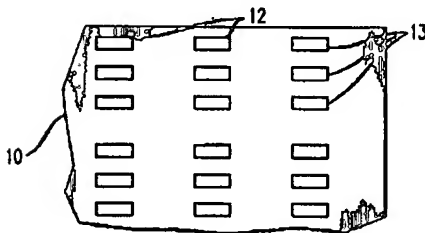
【図3A】装置を形成するための他のグリーンテープ法を示す。

【図3B】装置を形成するための他のグリーンテープ法を示す。

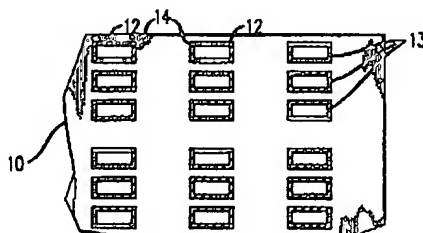
20 【図3C】装置を形成するための他のグリーンテープ法を示す。

【図3D】装置を形成するための他のグリーンテープ法を示す。

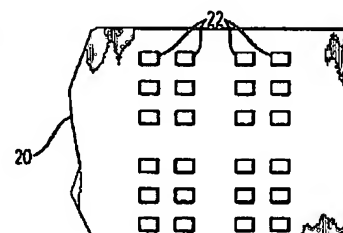
【図1A】



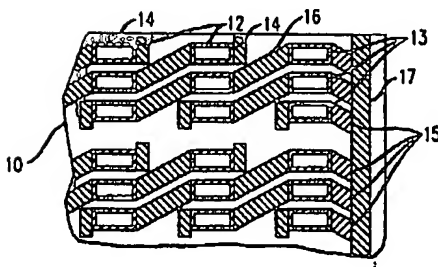
【図1B】



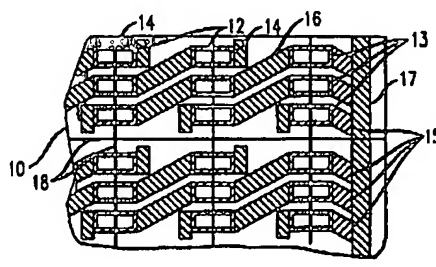
【図2A】



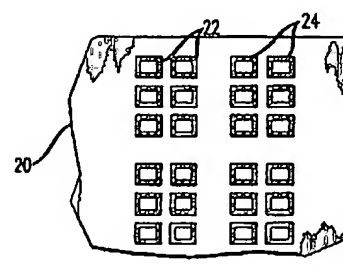
【図1C】



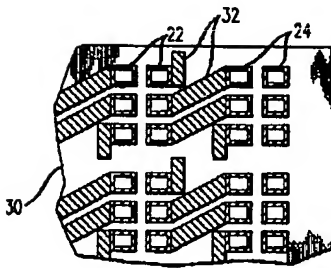
【図1D】



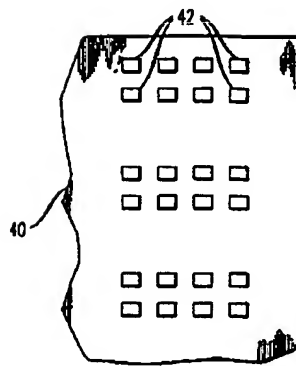
【図2B】



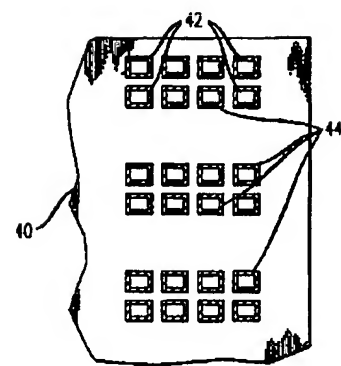
【図 2 C】



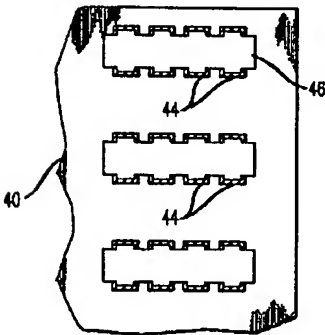
【図 3 A】



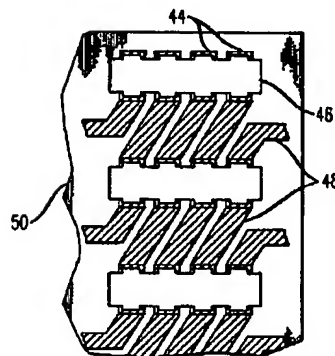
【図 3 B】



【図 3 C】



【図 3 D】



フロントページの続き

(72)発明者 ギデオン エス. グレイダー
イスラエル国 34402 ハイファ, ラチエ
ル ストリート 34
(72)発明者 ディヴィッド ウィルフレッド ジョンソ
ン, ジュニヤ
アメリカ合衆国 07921 ニュージャーク
イ, ベッドミンスター, オークラ レーン
5

(72)発明者 ヴィンセント ジョージ ランプレヒト,
ジュニヤ
アメリカ合衆国 07946 ニュージャーク
イ, ミリントン, ディヴィソン アヴェニ
ュー 214
(72)発明者 ジョン トムソン, ジュニヤ
アメリカ合衆国 07762 ニュージャーク
イ, スプリング レイク, ニューベッドフ
ォード ロード 2039